

**TRABAJO FIN DE GRADO:**

Entrenamiento óptimo para  
deportes colectivos. Fútbol

Ideal training for team sports.  
Football

Realizador por: Clara de Osma Vargas-Machuca

Tutor de Proyecto: Guillermo Adell Beltrán

## **RESUMEN**

El estudio realizado trata sobre cual es el entrenamiento adecuado que debe seguir un deportista, en nuestro caso, futbolistas para tener un rendimiento optimo en el terreno de juego.

**Objetivo:** Nombrar que entrenamientos hasta la fecha, (tipo de entrenamiento, duración y cantidad) cubren las exigencias de esta actividad física. Dados los nuevos estudios de investigación, no podemos ceñirnos solo al entrenamiento convencional si no que hay que intercalarlo con nuevos métodos de entrenamientos que buscan la mayor eficiencia en cuanto a esfuerzos de alta intensidad o sprint repetidos y su posterior recuperación.

**Métodos:** Revisión sistemática de la literatura de estudios que resumen que actividades son actualmente consideradas las mejores para las exigencias físicas que se piden en deportes de equipo (fútbol), 5 estudios sobre un número de población de 652 sujetos en total, siendo todos futbolistas de diferentes divisiones (Jugadores de elite nacionales e internacionales y juveniles).

**Resultados:** Después de la realización de este estudio, se aprecian resultados positivos, con los distintos entrenamientos propuestos, para aumentar el VO2 máx., la resistencia a la fatiga, el rendimiento durante un sprint y la recuperación tras el sprint, mejorando indirectamente la RSA ya que una buena RSA nos proporcionará cubrir las demandas físicas del fútbol.

**Conclusión:** La revisión ha mostrado datos influyentes, en función al uso de entrenamiento de intervalos (interval Training), entrenamiento de sprints repetidos (repeated-sprint training), entrenamiento de sprint (sprint training), entrenamiento de fuerza (resistance training) y juegos en espacios reducidos (small-sided games) no haciendo distinción entre ellos y considerando que todos tienen resultados similares. Se necesita más investigación para determinar si dichos entrenamientos pueden realizarse simultáneamente sin efectos negativos entre ellos.

**Palabras clave:** Carreras de alta intensidad, entrenamientos de Intervalos, resistencia a lafatiga, VO2 máx., Repeated- Sprint- Ability, tiempos de recuperación.

## **ABSTRACT**

The study is about the most adequate training which an athlete, in our study a soccer player, should do to achieve a good efficiency in the field.

**Purpose:** Mention what workouts up to date (type of training, duration and quantity) are good to cover the physical activity demands. In view of the new research studies, we must do a conventional training along with new training methods which seek greater efficiency related to high-intensity effort or repeated sprint and subsequent recovery.

**Methods:** Systematic review of studies that summarize which activities are currently considered the best for the physical demands which are required in team sports (football), population studies on a number of 625 subjects, who are all players in different divisions (national and international elite players and youth players).

**Results:** After the study, positive results were found through the different trainings proposed, to increase VO2 max, resistance to fatigue, sprint performance and finally recovery after sprint, indirectly improving the RSA, because a good RSA would help endure football physical demands.

**Conclusion:** The review has shown influential data regarding the use of interval training, repeated-sprint training, sprint training, resistance training and small-sided games, without distinction between them and considering that all of them get similar results. More investigation is needed to determine if these trainings can be done at the same time without negative effects.

**Key Words:** High intensity running, interval training, resistance to fatigue, VO2 max, Repeated- Sprint- Ability, recovery times.

## **INTRODUCCION**

Los deportes colectivos, y en especial el fútbol (en el cual nos vamos a centrar), exigen la repetición de diferentes actividades tales como: “jogging”, “running” o “sprinting”. Por lo tanto, el entrenamiento deportivo debería incluir ejercicios para mejorar la capacidad aeróbica y la habilidad de sprint [1].

Los jugadores de elite presentan altas demandas en la capacidad de mantener períodos de carrera intensos. Aunque las actividades de baja intensidad son las que dominan el fútbol, no podemos aislar el requerimiento de carreras de alta intensidad. [2]

Un análisis de los patrones de movimiento durante el partido es un método útil para cuantificar las exigencias físicas del fútbol [3].

A los efectos de esta revisión, los investigadores sugieren que registrar las distancias recorridas a altas intensidades son medidas más válidas de rendimiento físico debido a su fuerte relación con el estado de entrenamiento. [3,4,5]

Así pues, el análisis de tiempo - movimiento en los deportes de equipo ha demostrado que las carreras de velocidad generalmente constituyen entre 1-10 % de la distancia total recorrida, sin embargo, existe la posibilidad de confusión, cuando algunos autores utilizan la palabra “carrera” para describir un ejercicio que dure 30 segundos o más. La definición de actividad “Sprint” se limitará al ejercicio breve, en general de 10 segundos el cual puede ser mantenido hasta el final de la actividad. Por otra parte, cuando se repiten carreras cortas, es útil definir dos tipos diferentes de ejercicio; sprint intermitente y el ejercicio repetido de sprint (RSE). “Sprint intermitente” se caracteriza por sprints de corta duración (10 segundos), intercalados con períodos de recuperación suficiente (60 a 300 segundos) lo cual permite la recuperación casi completa de rendimiento de sprint. En comparación, RSE se caracteriza por sprints de corta duración (10 segundos) intercalados con breves períodos de recuperación (normalmente 60 segundos). La principal diferencia es que durante el ejercicio intermitente sprint hay poca o ninguna disminución del rendimiento, mientras que durante RSE hay un marcado decremento.

Esta distinción es importante ya que los factores que contribuyen a la fatiga son diferentes para estos dos tipos de ejercicio [6]. Por ello, presentar una capacidad aeróbica alta sugiere una mejor recuperación después de un ejercicio intenso, lo cual nos obliga a relacionar la resistencia en fútbol con las carreras de alta intensidad. [7]

A ello, tenemos que sumar la capacidad de acelerar y alcanzar la velocidad máxima la cual es un componente esencial del juego, decisivo en numerosas situaciones dentro del fútbol, por lo tanto, la cuantificación de la aceleración y de perfiles de máxima velocidad seleccionados en fútbol de elite pueden dar una idea de la fatiga relacionada con los cambios en el rendimiento de diferentes niveles de velocidad y la posición de cada jugador [3].

Un “sprint” se produce cada 90-120 segundos y los esfuerzos de alta intensidad cada 30-40 segundos; dichos esfuerzos son los que componen la parte anaeróbica dentro del fútbol, los que pueden cambiar el resultado de un partido o inducir fatiga muscular [2]. La observación de que un jugador puede realizar hasta 250 acciones breves de alta intensidad durante un partido y producir picos en las concentraciones de lactato en sangre de 10–14 mmol·L indican las altas demandas anaeróbicas producidas durante un partido de fútbol [2,8]. Este déficit provoca que la recuperación del jugador después de haber realizado una actividad de alta intensidad sea mayor, lo que puede afectar al estilo y al ritmo de juego. La disminución (más marcada en el segundo tiempo) de la cantidad y la frecuencia de carreras de alta intensidad manifiesta índices de fatiga durante el transcurso del partido. Estos resultados son útiles para cuantificar las demandas fisiológicas del fútbol y ayudan a proporcionar pruebas de rendimiento y entrenamiento específicos [4].

Las necesidades que requiere un jugador deben ser competentes gracias a una serie de componentes idóneos; podría decirse que el más importante sería la capacidad de repetir un sprint [2] debido a la naturaleza intermitente del fútbol, por ello, podemos decir que la capacidad aeróbica es muy importante, ya que se ha demostrado que el aumento de  $VO_{2\text{máx}}$  está correlacionado con el ritmo de juego durante un partido; y una capacidad aeróbica alta mejora la recuperación durante intervalos de alta intensidad, típicos en este tipo de deporte [9].

Si realizamos un examen detallado de las carreras de alta intensidad y los tiempos de recuperación, sus resultados nos proporcionarían información relevante para el desarrollo de tests de ensayos válidos para mejorar este tipo de demanda [2].

La capacidad de producir el mejor rendimiento posible en un promedio de sprint o una serie de sprints, separados por cortos períodos de recuperación (60 segundos), es importante para todos los atletas de deportes de conjunto, el cual se ha denominado capacidad repetida de sprint (**Repeated Sprint Ability**). Mientras RSA es, a menudo, equiparada con un bajo índice de fatiga, es importante tener en cuenta que un buen RSA está mejor descrito por un alto desempeño en el promedio de sprint, con o sin un bajo índice de fatiga. Esto sugiere que la mejora de RSA debe resultar el mayor rendimiento físico-deportivo del equipo, y que es importante para entender mejor la formación de estrategias que pueden mejorar esta aptitud. [10]

Por otro lado, muchos autores coinciden en que la realización de un entrenamiento interválico específico está estrechamente relacionado con el aumento del  $VO_{2\text{máx}}$ , el umbral de lactato y la economía durante la carrera [4,7], de manera similar también se producen mejoras en la distancia recorrida, la intensidad del ejercicio, el número de sprint y las implicaciones con el balón [5,7].

Sin embargo, otros indican que si los periodos de entrenamiento de “speed-endurance” (velocidad-resistencia) se fijan aproximadamente en 5 minutos para imitar los periodos más intensos durante un partido, sería prudente reproducir las acciones de alta intensidad y los tiempos de recuperación durante el periodo de 5 minutos de más intensidad [2]. Esta sugerencia es bastante importante pues el perfil de actividad varía según la posición de cada jugador [2,4].

El objetivo de esta revisión consiste en revelar los ejercicios óptimos para mejorar la capacidad aeróbica demandada en este tipo de deporte y actualizar la información para que sea clara y accesible a toda persona que se interese por este tema y no solo a sujetos involucrados en esta profesión como jugadores, entrenadores o preparadores.

## **MATERIAL Y MÉTODOS – METODOLOGÍA**

### **1. BUSQUEDA BIBLIOGRAFICA**

#### **a. BÚSQUEDA INICIAL**

Se realizó una revisión sistemática de publicaciones científicas basadas en revisiones sistemáticas anteriores y ensayos clínicos, en diferentes fuentes y bases de datos exclusivamente a través de Internet. Las búsquedas se realizaron en las base de datos PUBMED, como detallada la tabla 1.1

Tabla 1.1

<b>Bases de Datos Internet</b>	<b>- PUBMED</b>
--------------------------------	-----------------

#### **b. BÚSQUEDA SISTEMATICA**

Realizada en función de los diferentes criterios de inclusión y exclusión establecidos para cerrar el campo de búsqueda y la línea de investigación, siendo más descriptivos a la hora de la realización de la misma. Por lo tanto, todos aquellos artículos que no cumplieran los requisitos normativos establecidos fueron descartados. Los criterios de inclusión y exclusión son detallados en el apartado 2. Criterios de Inclusión. (Tabla 2.1) Para la elección de los artículos era necesario analizar en primer término el resumen o abstract del mismo, en el que se definía la esencia del artículo así como sus objetivos y criterios en función del cual podíamos saber si era o no de utilidad para nuestra investigación. Aquellos artículos con un resumen o abstract complejo, incompleto o que no se centrara fundamentalmente en nuestro tema de investigación fueron descartados para no entorpecer el trabajo realizado.

## 2. CRITERIOS DE SELECCION

Tabla 2.1

	CRITERIOS INCLUSIÓN	CRITERIOS EXCLUSIÓN
<b>Tipo Estudio</b>	Artículos y Estudios de revisiones sistemáticas, Ensayos clínicos.	Casos de cohortes, estudios transversales, meta-análisis
<b>Año de publicación</b>	Desde 2005-2013	Anteriores al año 2005
<b>Puntuación Programa de Lectura crítica CASPe</b>	6-11	Menos de 6 puntos
<b>Sujetos</b>	Futbolistas de diferentes divisiones (Elite internacional y nacional y juveniles).	Población no activa. Otros deportes colectivos como rugby o hockey. Futbolistas no profesionales.
<b>Idioma publicación</b>	Lengua Inglesa Lengua Castellana	Otras Lenguas o Idiomas

## 3. RECUPERACION DE LA INFORMACION. FUENTES

En la base de datos PUBMED se realizó en primer lugar una búsqueda general con las siguientes palabras clave: “*sprint ability*”, “*soccer*”, con las cuales obtuvimos unos resultados elevados sobre artículos de revisión sistemática.

Para reducir y hacer más específica nuestra búsqueda, utilizamos el término operador “AND”, y los filtros “systematic review” y “randomized controlled trial” y artículos publicados en los 10 últimos años acotando aún más la búsqueda, usando solo artículos que fuesen del año 2005 en adelante pues era uno de nuestros criterios de inclusión. Para las búsquedas posteriores seguimos utilizando el término operador “AND” y los filtros marcados anteriormente (Systematic review, randomized controlled trial y 10 years) y fuimos realizando diferentes búsquedas con distintos términos expuestos de la siguiente manera: la segunda búsqueda con los términos “interval training” and “soccer”, a continuación “physiological adaptations” and “endurance training” and “soccer”. Una cuarta búsqueda con los términos “yo-yo test” and “intermittent exercise” y por último “most intense high-intensity running”. Dichas búsquedas se encuentran reflejadas en la tabla 3.1 .

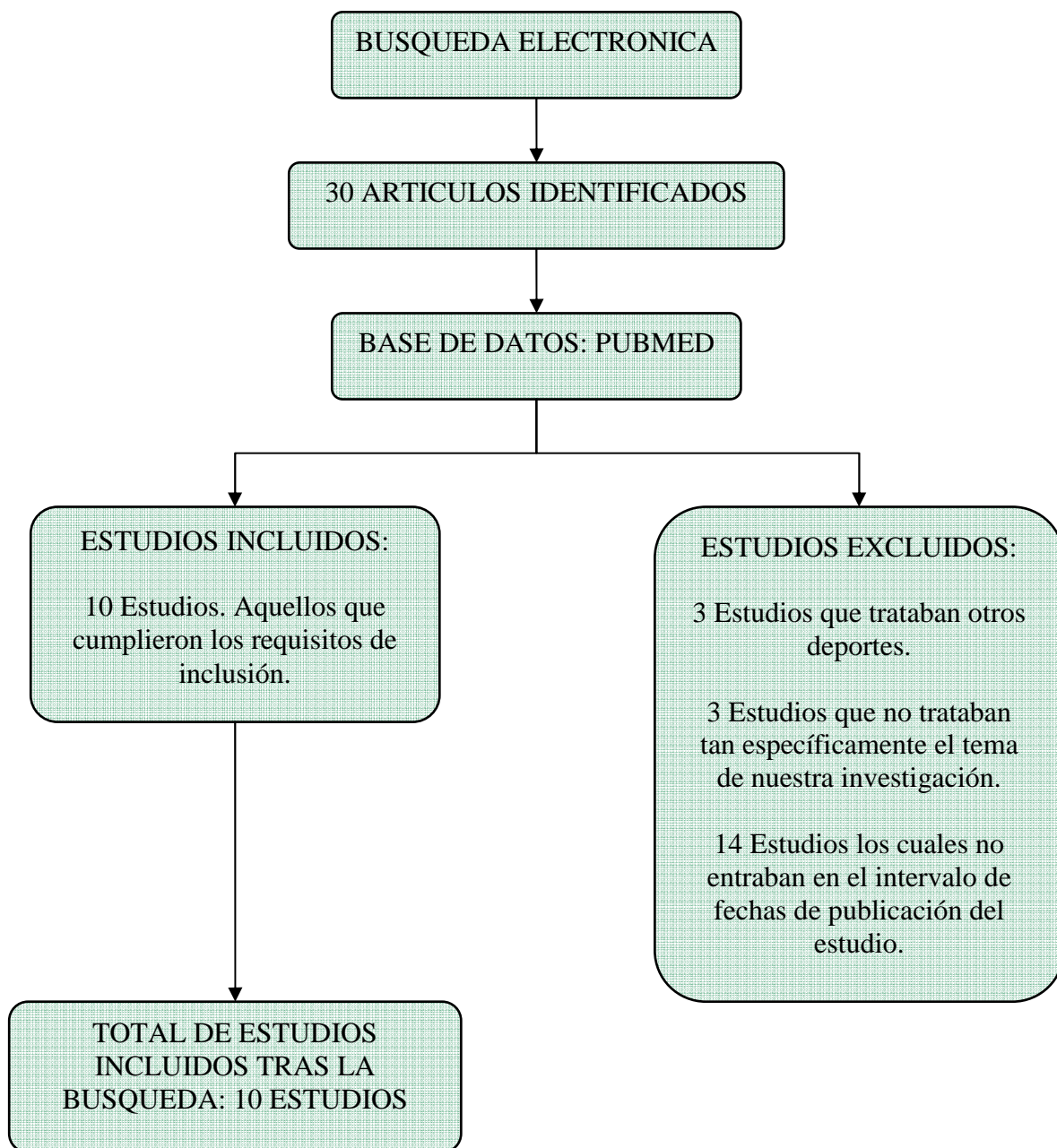


Tabla 3.1

<b><u>BUSQUEDAS:</u></b>	<b><u>TERMINOS DE BUSQUEDA</u></b>	<b><u>ARTICULOS ENCONTRADOS</u></b>
(Filtros: “Randomized controlled trial”, “systematic reviews”, 10 years)	“sprint ability” and “soccer”	2
	“Interval training” and “soccer”	3
	“Physiological adaptations” and “endurance training” and “soccer”	1
	“yo-yo test” and “intermittent exercise”	1
	“most intense high-intensity running”	3

Solíamos elegir artículos los cuales perteneciesen a autores mencionados por mi tutor de proyecto: “Bishop”, “Bradley”, “Helgerud” e “Impellizzeri”. No definiendo este componente como un criterio de inclusión pues no todos pertenecían a dichos autores. Para terminar, los artículos fueron pedidos por correo electrónico a los autores de cada uno de ellos, pues no estaban libres.

#### 4. DIAGRAMA DE FLUJO.



## 5. EVALUACION DE CALIDAD DE LOS ARTICULOS SELECCIONADOS.

ESCALA DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD METODOLÓGICA SEGÚN EL PROGRAMA DE LECTURA CRÍTICA CASPe:

### A. ¿LOS RESULTADOS DE LA REVISION SON VALIDOS?

1. ¿Se hizo la revisión sobre un tema claramente definido? Sí/No sé/No
2. ¿Buscaron los autores el tipo de artículos adecuado? Sí/No sé/No
3. ¿Crees que estaban incluidos los estudios importantes y pertinentes? Sí/No sé/No
4. ¿Crees que los autores de la revisión han hecho suficiente esfuerzo para valorar la calidad de los estudios incluidos? Sí/No sé/No
5. Si los resultados de los diferentes estudios han sido mezclados para obtener un resultado “combinado”, ¿Era razonable hacer eso? Sí/No sé/No

### B. ¿CUALES SON LOS RESULTADOS?

6. ¿Cuál es el resultado global de la revisión?
7. ¿Cuál es la precisión de resultados?

### C. ¿SON LOS RESULTADOS APLICABLES EN TU MEDIO?

8. ¿Se pueden aplicar los resultados en tu medio? Sí/No sé/No
9. ¿Se han considerado todos los resultados importantes para tomar la decisión? Sí/No sé/No
10. ¿Los beneficios merecen la pena frente a los perjuicios y costes? Sí/No sé/No

Esta Escala de Evaluación de la Calidad Metodológica fue realizada a todos los artículos y estudios, y únicamente fueron incluidos en el estudio aquellos con una puntuación superior a 6 puntos.

## RESULTADOS

### A. HIGH-INTENSITY RUNNING (Carreras de Alta Intensidad): Distancias cubiertas y Tiempos de Recuperación [2,3,4].

Tabla I. Distancia, frecuencia y tiempo gastado en diferentes categorías de actividad.  
 HIR = Carrera de alta intensidad. VHIR = Carrera de muy alta intensidad. HSR = Carrera de gran velocidad.

Tabla I.	Standing	Walking	Jogging	Run	HSR	Sprinting	HIR	VHIR
Distance (m)								
International	22.0 ± 5	3,872 ± 196	4,252 ± 566	1,609 ± 185	660 ± 154	251 ± 84	2,520 ± 332	911 ± 238
Domestic	27.3 ± 9	3,803 ± 276	4,284 ± 622	1,758 ± 441	722 ± 215	265 ± 117	2,745 ± 678	987 ± 300
Combined	26.8 ± 8	3,809 ± 270	4,281 ± 615	1,745 ± 426	716 ± 210	264 ± 114	2,725 ± 656	980 ± 294
Time (s)								
International	262 ± 73	3,414 ± 214	1,509 ± 203	349 ± 39	108 ± 25	33 ± 11	490 ± 59	141 ± 34
Domestic	326 ± 144	3,294 ± 449	1,473 ± 267	372 ± 102	117 ± 37	34 ± 16	522 ± 141	151 ± 48
Combined	321 ± 140	3,305 ± 434	1,477 ± 261	370 ± 98	116 ± 36	34 ± 15	519 ± 136	150 ± 47
Frequency (n)								
International	148 ± 26	890 ± 67	1,013 ± 95	365 ± 36	125 ± 22	35 ± 11	525 ± 79	160 ± 33
Domestic	168 ± 47	851 ± 76	969 ± 112	391 ± 82	136 ± 38	36 ± 13	562 ± 126	171 ± 49
Combined	167 ± 46	855 ± 76	973 ± 111	388 ± 80	135 ± 37	36 ± 13	559 ± 121	170 ± 48

Figura I. Distancia cubierta en carreras de alta intensidad durante el primer y segundo tiempo de un partido sin contar con los 15min de descanso.

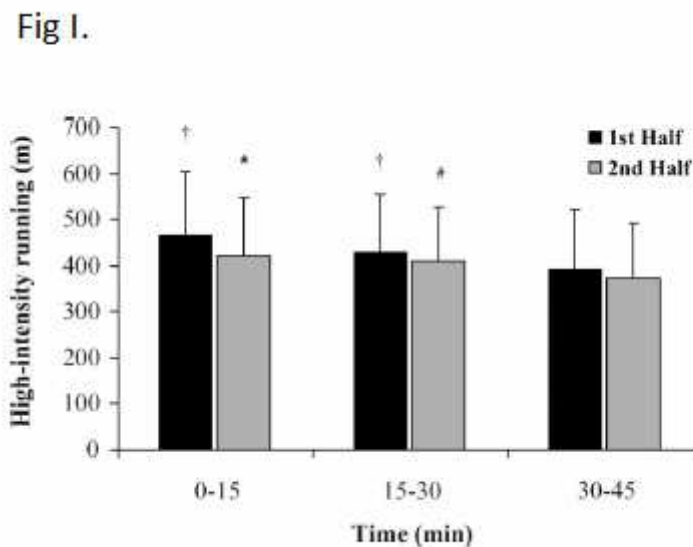


Fig II. Distancia cubierta de alta intensidad en períodos de 5min. Peak 5-min = Pico distancia cubierta en 5min. Next 5-min = Sigüientes 5min. Final 5-m = 5min finales. Mean 5-min = valores medios de los restantes períodos de 5 minutos, menos el valor del pico.

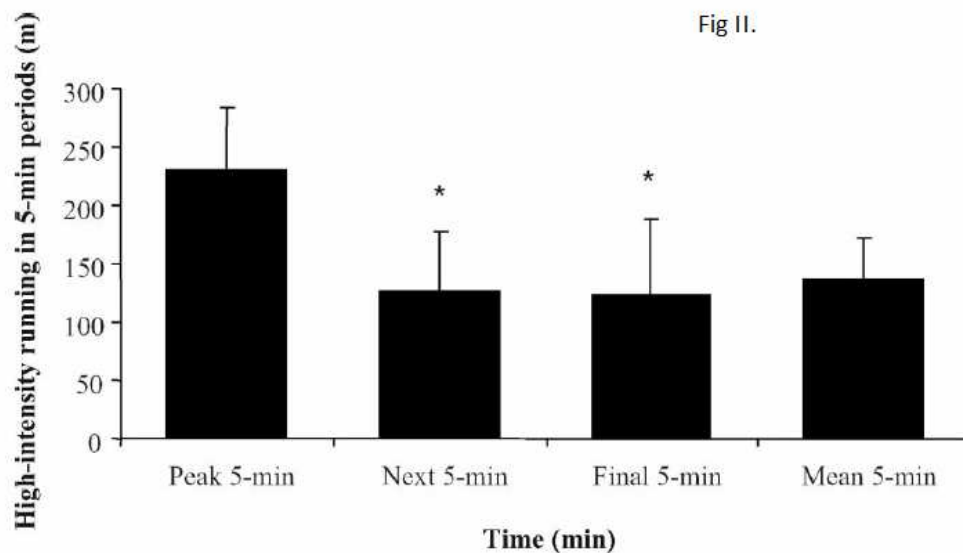


Fig III. Distancia cubierta en carreras de alta intensidad distinguiendo entre el primer tiempo, segundo tiempo y el total del partido y según la posición de cada jugador.

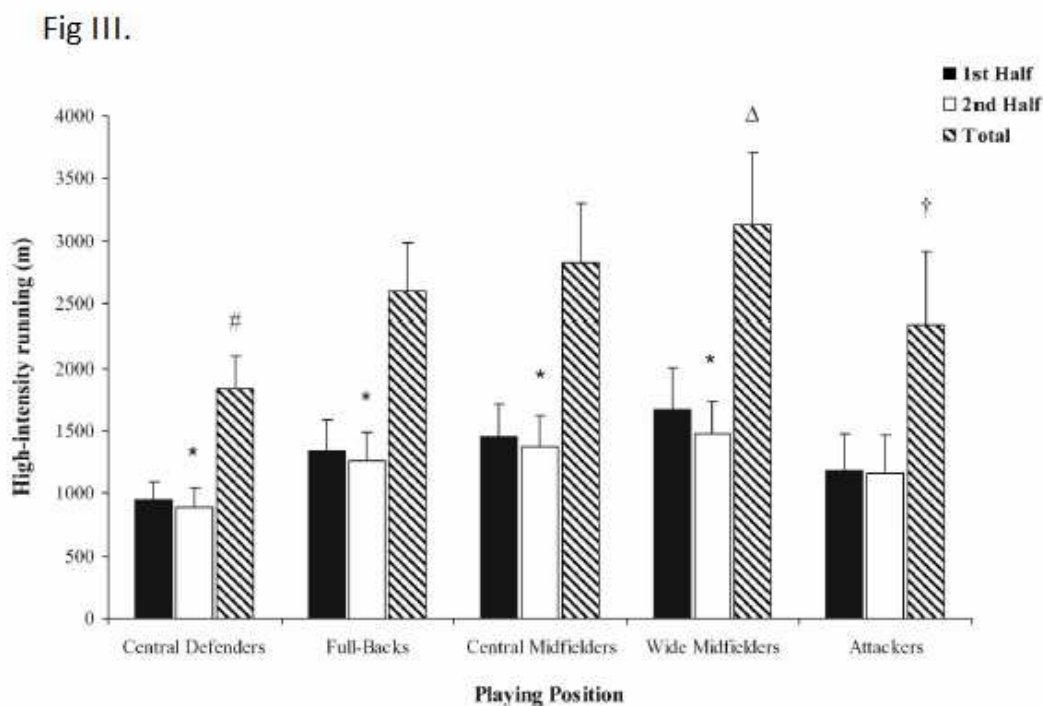


Tabla II. Perfiles de alta intensidad con y sin posesión del balón. HIR = carrera de alta intensidad. VHIR = carrera de muy alta intensidad.

Tabla II.	Match time (min)								
	0-15	15-30	30-45	45-60	60-75	75-90	First half	Second half	Full game
<b>HIR with possession (m)</b>									
International	183 ± 61	157 ± 64	171 ± 101	162 ± 100	138 ± 50‡	193 ± 83	511 ± 195	493 ± 220	1,004 ± 411
Domestic	202 ± 94	193 ± 96	197 ± 99	188 ± 92	171 ± 86‡	198 ± 101	592 ± 250	557 ± 238§	1,148 ± 468
Combined	200 ± 91	190 ± 94	194 ± 99	186 ± 93	168 ± 83‡	197 ± 99	584 ± 246	551 ± 236§	1,135 ± 463
<b>HIR without possession (m)</b>									
International	273 ± 69	250 ± 42	258 ± 79	247 ± 68	201 ± 44‡	287 ± 96	782 ± 155	735 ± 164	1,516 ± 273
Domestic	279 ± 106	248 ± 106 <sup>  </sup>	273 ± 110	252 ± 90 <sup>  </sup>	250 ± 97 <sup>  </sup>	296 ± 125	799 ± 278	797 ± 260	1,597 ± 504
Combined	278 ± 103	248 ± 102 <sup>  </sup>	272 ± 108	251 ± 87 <sup>  </sup>	245 ± 94 <sup>  </sup>	295 ± 123	798 ± 268	791 ± 253	1,590 ± 488
<b>HIR total (m)</b>									
International	456 ± 95	407 ± 63	429 ± 80	409 ± 106	339 ± 51‡¶	480 ± 121	1,292 ± 187	1,228 ± 200	2,520 ± 332
Domestic	480 ± 145	441 ± 125#	470 ± 153	440 ± 126#	420 ± 115‡	493 ± 166	1,392 ± 374	1,354 ± 348	2,745 ± 678
Combined	478 ± 141	438 ± 121	466 ± 148	437 ± 124	413 ± 113‡	492,162	1,383 ± 362	1,342 ± 338	2,725 ± 656
<b>VHIR with possession (m)</b>									
International	58 ± 37	59 ± 43	72 ± 67	63 ± 53	53 ± 32	79 ± 59	189 ± 126	195 ± 135	384 ± 260
Domestic	74 ± 52	76 ± 60	73 ± 59	71 ± 55	65 ± 51‡	74 ± 57	223 ± 145	210 ± 136§	433 ± 268
Combined	72 ± 51	74 ± 59	73 ± 60	70 ± 55	64 ± 50‡	74 ± 57	220 ± 143	209 ± 135§	428 ± 267
<b>VHIR without possession (m)</b>									
International	79 ± 36	84 ± 53	94 ± 59	89 ± 32	66 ± 20‡	109 ± 37	257 ± 101	264 ± 74	521 ± 155
Domestic	88 ± 50#	84 ± 34#	91 ± 52	92 ± 50	90 ± 51#	101 ± 51	261 ± 123	283 ± 119	544 ± 219
Combined	86 ± 49#	84 ± 51#	91 ± 52	92 ± 48	88 ± 50#	102 ± 49	261 ± 120	281 ± 115	542 ± 214
<b>VHIR total (m)</b>									
International	136 ± 59#	143 ± 48	166 ± 56	153 ± 46	119 ± 29¶#	187 ± 58	445 ± 139	459 ± 110	904 ± 230
Domestic	160 ± 68#	160 ± 67#	165 ± 76	163 ± 68#	155 ± 60#	175 ± 73	484 ± 171	493 ± 159	977 ± 301
Combined	160 ± 67#	160 ± 65#	169 ± 73	162 ± 66#	152 ± 60#	177 ± 72	489 ± 163	490 ± 156	980 ± 294

Fig IV. Déficit de distancia con y sin posesión del balón en carreras de alta intensidad.

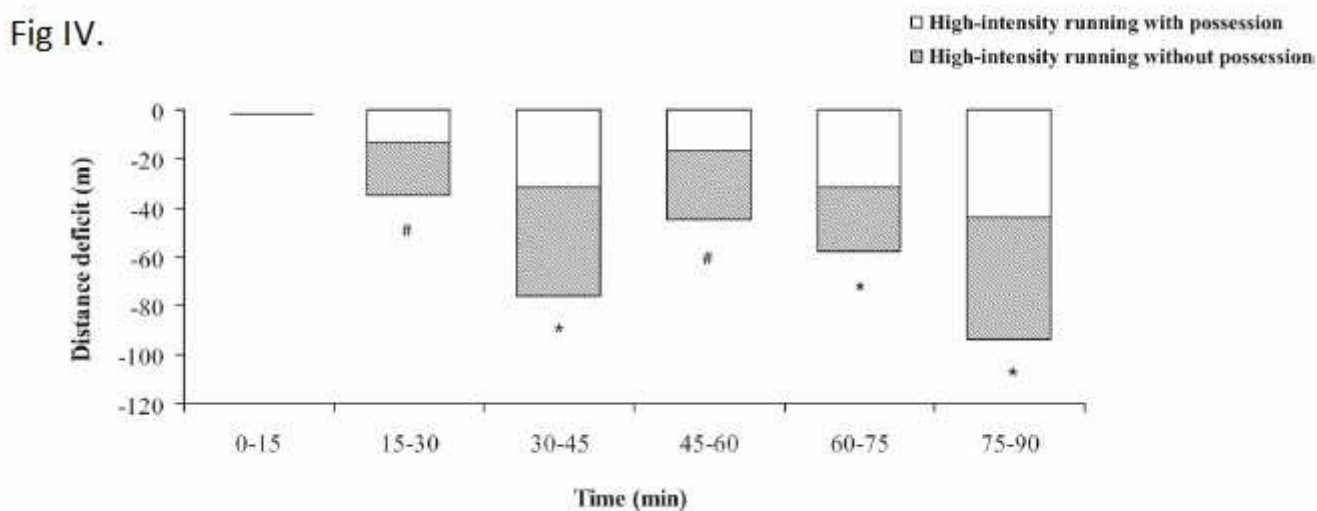




Fig V. Tiempo medio de recuperación entre carreras de alta intensidad reflejados en períodos de 5min durante un partido.

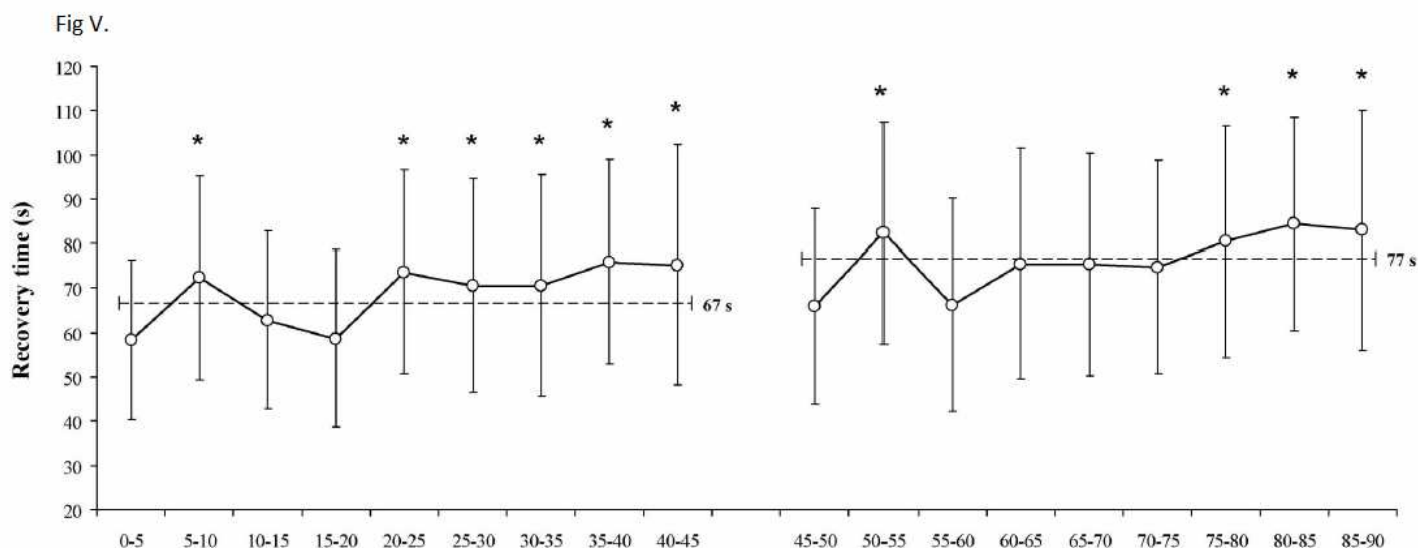


Tabla III. Variables del rendimiento de un partido en relación a la posición de los jugadores.

Tabla III.	Central defenders (n = 92)	Full-backs (n = 84)	Central midfielders (n = 80)	Wide midfielders (n = 52)	Attackers (n = 62)
<b>Match performance variables</b>					
<b>Distances covered</b>					
Total (m)	9885 ± 555	10710 ± 589	11450 ± 608 <sup>a</sup>	11535 ± 933 <sup>a</sup>	10314 ± 1175
High-intensity running (m)	1834 ± 256	2605 ± 387	2825 ± 473	3138 ± 565 <sup>b</sup>	2341 ± 575
Very high-intensity running (m)	603 ± 132	984 ± 195	927 ± 245	1214 ± 251 <sup>b</sup>	955 ± 239
Sprinting (m)	152 ± 50	287 ± 98 <sup>c</sup>	204 ± 89	346 ± 115 <sup>c</sup>	264 ± 87
<b>Other variables</b>					
Maximal running speed (m · s <sup>-1</sup> )	7.31 ± 0.30	7.74 ± 0.24 <sup>d</sup>	7.52 ± 0.32	7.93 ± 0.31 <sup>d</sup>	7.76 ± 0.28 <sup>d</sup>
Recovery time (s)	101 ± 15	74 ± 23	62 ± 19 <sup>a</sup>	51 ± 16 <sup>a</sup>	73 ± 22

Tabla IV. Máxima velocidad de carrera y media de tiempos de recuperación. Expresados en períodos de 15min, por tiempos, y en total.

Tabla IV.	Match time (min)								
	0–15	15–30	30–45	45–60	60–75	75–90	First half	Second half	Full game
Maximal running speed (m·s <sup>−1</sup> )									
International	7.62 ± 0.54	7.74 ± 0.67	7.99 ± 0.44	8.02 ± 0.22	7.35 ± 0.52	7.84 ± 0.63	7.79 ± 0.44	7.78 ± 0.29	7.76 ± 0.31
Domestic	7.74 ± 0.67	7.79 ± 0.58	7.53 ± 0.59	7.68 ± 0.59	7.66 ± 0.57	7.65 ± 0.59	7.65 ± 0.42	7.67 ± 0.41	7.66 ± 0.34
Combined	7.64 ± 0.55	7.79 ± 0.58	7.57 ± 0.59	7.71 ± 0.57	7.64 ± 0.57	7.67 ± 0.59	7.67 ± 0.42	7.68 ± 0.40	7.67 ± 0.34
Mean recovery time (s)									
International	80.8 ± 48.5	59.1 ± 17.5	79.6 ± 26.5	61.1 ± 27.8	69.5 ± 26.8	52.2 ± 16.4	73.2 ± 26.03	61.0 ± 12.5	67.1 ± 15.1
Domestic	63.0 ± 34.1	67.3 ± 38.1†	73.7 ± 42.7‡	67.4 ± 44.4	73.5 ± 42.1‡	77.8 ± 48.2‡	68.0 ± 27.8	72.9 ± 33.4	70.5 ± 25.9
Combined	64.6 ± 35.7	66.6 ± 36.7	74.2 ± 41.4‡	66.8 ± 43.1	73.2 ± 40.9	75.5 ± 46.8‡	68.5 ± 27.5	71.8 ± 32.2	70.2 ± 25.1

# 1. REPEATED SPRINT TRAINING (entrenamiento de Sprint repetidos) y SPRINT TRAINING (entrenamiento de Sprint)[10]:

Tabla 1 y Tabla 2. Resumen de las características y resultados que han encontrado cambios en la RSA.

Tabla 1.

Study (y)	Subjects		Training programme	Adaptations			
	type	$\dot{V}O_{2max}$ (mL/kg/min) <sup>a</sup>		best sprint (%)	mean sprint (%)	DS (%)	$\dot{V}O_{2max}$ (%)
Buchheit et al. <sup>[9]</sup> (2008)	9, MA, M, TS	NR	2 × (5–6 × 30–40 m shuttle sprints: 14–23 sec; 2 min rest); 2 d/wk, 9 wk	↑ 0.3 NS ↑ 1.4*	↑ 1.0 NS ↑ 1.5*	↑ 19 NS ↑ 44 NS	NR
	8, MA, M, TS		9–24 × (15–20 sec at 105–115% $\dot{V}O_{2max}$ : 15–20 sec); 2 d/wk, 9 wk				
Buchheit et al. <sup>[96]</sup> (2010)	7, MA, M, TS	NR	3–4 × (4–6 × accelerations/sprints (<5 sec): 30 sec); 3 min rest); 2 d/wk, 4 wk	↑ 2.7 ↑ 0.7	↑ 22 ↑ 0.8	↑ 35 ↑ 39	NR
	7, MA, M, TS		3–5 × (30 sec all-out shuttle sprints: 4 min rest), 2 d/wk, 4 wk (both groups also performed two other team training sessions)				
Dawson et al. <sup>[43]</sup> (1998)	9, MA, M	57.0 ± 2.4	4–6 × (5 × 30 to 80 m sprints: 30–90 sec rest); 2–4 min rest); 3 d/wk, 6 wk	↑ 2.4*	↑ 2.2*	↑ 16 NS	↑ 6.1*
Bravo et al. <sup>[4]</sup> (2008)	21, MA, M, TS	55.7 ± 2.3	3 × (6 × 40 m sprint: 20 sec rest); 4 min rest); 2 d/wk, 12 wk	NR	↑ 2.1*	NR	↑ 5.0*
	21, MA, M, TS	52.8 ± 3.2	4 × (4 min at 95% $HR_{max}$ : 3 min at 75% $HR_{max}$ ); 2 d/wk, 12 wk (both groups also performed two other team training sessions)		↑ 0.3 NS		↑ 6.6*
Mohr et al. <sup>[12]</sup> (2007)	6, MA, M	50.2 ± 3.7	15 × (6 sec sprint: 1 min jog recovery); 3–5 d/wk, 8 wk	↑ 4.0*	↑ 4.3*	↑ 13 NS	NR
	7, MA, M	49.0 ± 4.2	8 × (30 sec at 130% max: 90 sec rest); 3–5 d/wk, 8 wk	↑ 0.7 NS	↑ 2.4*	↑ 54*	
Schneider and Bishop <sup>[27]</sup> (2008)	7, MA, M TS	56.2 ± 6.8	5–8 × (5 × 25 to 35 m sprints: 21 sec rest); 3 d/wk, 5 wk	↑ 1.3*	↑ 1.6*	↑ 12 NS	↑ 5.1*
	7, MA, M, TS	56.6 ± 5.3	5–8 × (2 min at 110% $\dot{V}O_{2max}$ : 2 min rest); 3 d/wk, 5 wk	↓ 0.5 NS	↑ 0.6 NS	↑ 26*	↑ 5.2*
Serpiello et al. <sup>[97]</sup> (2011)	10, M, M, F	53.7 ± 6.9	3 × (5 × 4 sec sprint: 16 sec rest); 4.5 min rest); 3 d/wk, 4 wk (training/tests performed on a non-motorized treadmill)	↑ 5.5*	↑ 8.8*	NR	↑ 2.0
Walklate et al. <sup>[98]</sup> (2009)	6, MA, M, TS	NR	Control (squad training)	↑ 0.6 NS	↑ 1.4 NS	↑ 2 NS	NR
	6, MA, M, TS		Squad training + 7–15 × (20 sec sprint: 10 sec rest); 2 d/wk, 4 wk	↓ 0.2 NS	↑ 5.0 NS	↑ 8 NS	
Buchheit et al. <sup>[99]</sup> (2009)	15, MA, M, TS	NR	Small-sided games (2–4 × 2.5–4 min games)	↑ 3.7*	↑ 4.6*	↑ 23 NS	NR
	17, MA, M, TS		12–24 × (15 sec at 105–115% $\dot{V}O_{2max}$ : 15–20 sec); 2 d/wk, 10 wk	↑ 3.5*	↑ 3.4*	↑ 3 NS	
Hill-Haas et al. <sup>[100]</sup> (2009)	10, MA, M, TS	59.3 ± 4.5	Small-sided games 2–6 × (6–13 min games: 1–3 min of rest)	↑ 0.6 NS	↑ 0.2 NS	↓ 5 NS	↓ 0.7 NS
	9, MA, M, TS	60.2 ± 4.6	Generic training (see review for more details)	↑ 1.5 NS	↓ 0.2 NS	↓ 23 NS	↑ 2.0 NS

a Data presented as mean ± SD unless NR.

DS = decrement score (or fatigue index); F = Females;  $HR_{max}$  = maximal heart rate; M = Males; MA = moderate aerobic fitness; max = maximum; NR = not reported; NS = not significant; TS = team-sport athletes;  $\dot{V}O_{2max}$  = maximal oxygen consumption; \* indicates significant difference between pre and post ( $p < 0.05$ ); ↑ indicates improved; ↓ indicates worsened.



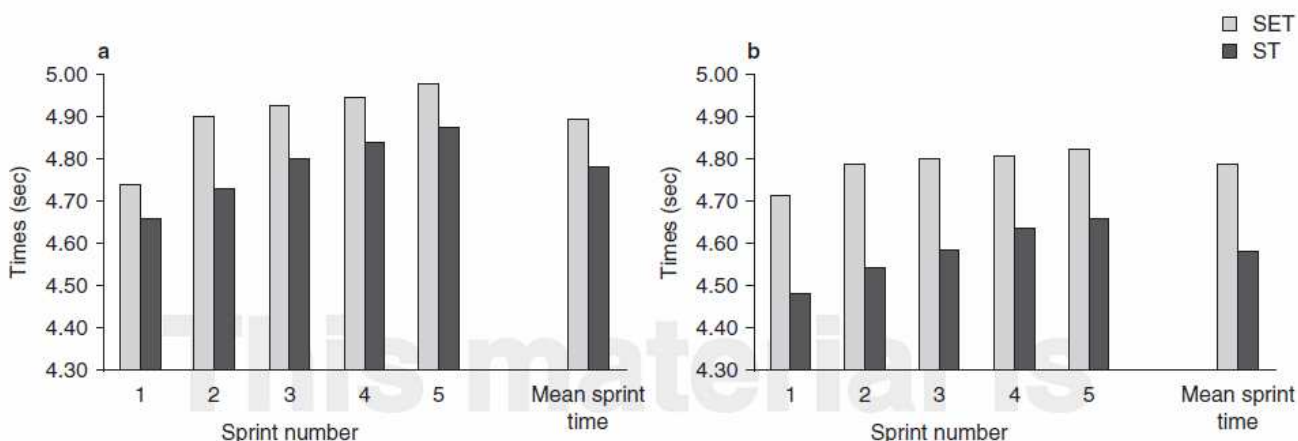
Tabla 2.

Study (y)	Subjects type	$\dot{V}O_{2\max}$ (mL/kg/min) <sup>a</sup>	Training programme	Adaptations			
				sprint 1 (%) [W]	total work (%) [kJ]	DS (%)	$\dot{V}O_{2\max}$ (%)
Edge et al. <sup>[10]</sup> (2005)	10, MA, F	42.4 ± 6.3	6–10 × (2 min at 120–140% LT: 1 min rest); 3 d/wk, 5 wk	↑ 6.2*	↑ 13.0* <sup>†</sup>	↑ 10 NS	↑ 13.2*
	10, MA, F	41.3 ± 7.3	20–30 min at 80–95% LT; 3 d/wk, 5 wk	↑ 6.9*	↑ 8.5*	↓ 16 NS	↑ 10.4*
Bishop and Edge <sup>[104]</sup> (2005)	11, MA, F	39.0 ± 6.4	3–12 × (2 min at 130–180% LT: 1 min rest); 3 d/wk + RSA test (5 × 6 sec sprint every 30 sec); 1 d/wk, 8 wk	↑ 21.2*	↑ 28.3*	↓ 14 NS	↑ 14.6*
Glaister et al. <sup>[11]</sup> (2007)	12, MA, M, TS	46.6 ± 4.2	20 min at 70% $\dot{V}O_{2\max}$ ; 3 d/wk, 6 wk	↑ 4.0*	↑ 9.4*	↑ 46*	↑ 9.9*
	9, MA, M, TS	52.1 ± 3.6	Control (normal recreational activities)	–	↑ 1.4 NS	↑ 10 NS	–
Ortenblad et al. <sup>[105]</sup> (2000)	9, MA, M	61.3 ± 1.7	20 × (10 sec sprint: 50 sec rest); 3 d/wk, 5 wk	↑ 6.6*	↑ 12*	↑ 27*	–
	6, MA, M	64.0 ± 0.5	Control (normal recreational activities)	–	↑ 1.0 NS	–	–

a Data presented as mean ± SD.

Figura 1. Diferencia de tiempos en realizar un test de sprint repetidos (5sprints-30m con 25sg de recuperación activa) con distintos entrenamientos. SET = Entrenamiento velocidad-resistencia (Entrenamiento de Intervalos). ST = Entrenamiento de sprint repetidos. (a) Pre-entrenamiento y (b) post-entrenamiento.

Fig. 1



- Resultados muestran un aumento del  $\dot{V}O_{2\max}$  de un 5.0%-6.1% con el repeated-sprint training y el sprint training (Tabla 1 y 2). Dados los resultados similares con el interval training en referencia al incremento del  $\dot{V}O_{2\max}$ , habría que estudiar cual de los dos sería mejor para esta demanda.

Con respecto al RSA, el repeated sprint training produce mejor resultados en los tiempos del primer sprint y en la media de tiempos de sprints que el interval training (Fig.1).

## 2. RESISTANCE TRAINING (entrenamiento de fuerza) [10].

Tabla 3. Características y resultados del entrenamiento que ha investigado cambios en la RSA después de diferentes tipos de entrenamiento de fuerza.

Tabla 3.

Study (y)	Subjects		Training programme	Adaptations			
	type	$\dot{V}O_{2max}$ (mL/kg/min) <sup>a</sup>		sprint 1 (%) [kJ]	total work (%) [kJ]	DS (%)	$\dot{V}O_{2max}$ (%)
Edge et al. <sup>[113]</sup> (2006)	8, MA, F	42.4 ± 9.6	Control	↑ 2.7 NS	↑ 3.0 NS	↑ 3 NS	–
	8, MA, F	44.8 ± 5.5	6 leg exercises for 2–5 sets × (15–20 RM: 20sec rest); 3 d/wk, 5 wk	↑ 8.0 NS	↑ 12.0 <sup>*,†</sup>	↑ 22 <sup>*,†</sup>	–
Hill-Haas et al. <sup>[114]</sup> (2007)	8, MA, F	42.4 ± 9.6	6 leg exercises for 2–5 sets × (15–20 RM: 80sec rest); 3 d/wk, 5 wk	↑ 9.3 <sup>*</sup>	↑ 5.4 <sup>*</sup>	↑ 21 <sup>*</sup>	–
	8, MA, F	44.8 ± 5.5	6 leg exercises for 2–5 sets × (15–20 RM: 20sec rest); 3 d/wk, 5 wk	↑ 8.4 <sup>*</sup>	↑ 12.5 <sup>*,†</sup>	↑ 23 <sup>*</sup>	–
Robinson et al. <sup>[115]</sup> (1995)	8, MA, M	–	2 leg exercises for 5 sets × (10 RM: 30–180 sec rest); 4 d/wk, 5 wk	↑ 6.6 <sup>*</sup>	↑ 8.5 <sup>*</sup>	–	–

a Data presented as mean ± SD unless no change.

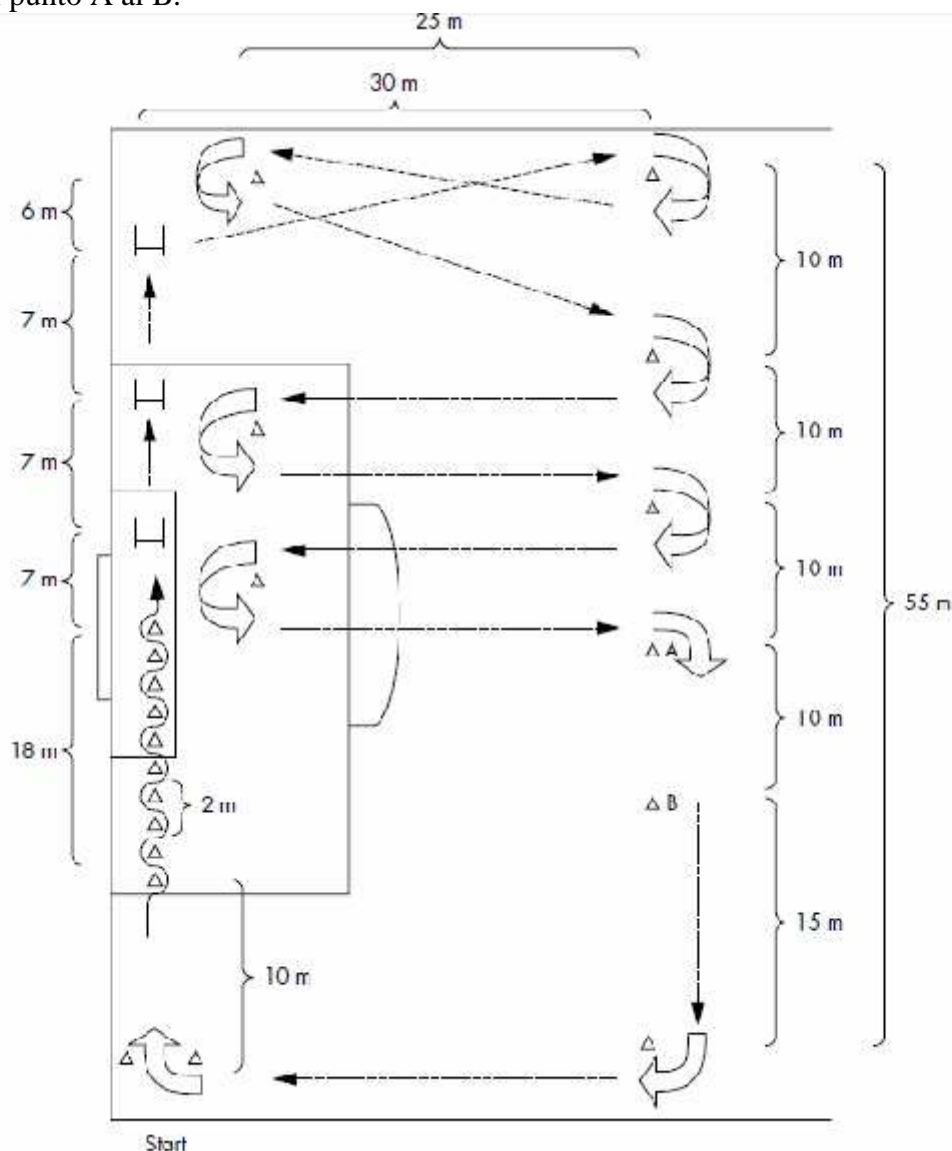
DS= decrement score (or fatigue index); F=females; M=males; MA=moderate aerobic fitness; NS= not significant;  $\dot{V}O_{2max}$ = maximal oxygen consumption; \* indicates significant difference between pre and post ( $p < 0.05$ ); † indicates significantly greater improvement than the alternate training group; ↑ indicates improved; ↓ indicates worsened; – indicates no change.

- Resultados muestran un incremento similar (12%) en el trabajo durante un test de sprint repetidos en comparación con el entrenamiento de intervalos de alta intensidad (13%) y el entrenamiento de sprint (12%). Dicho entrenamiento se basa en 2-5 sets con 15-20 repeticiones máximas.  
El entrenamiento de fuerza también mejora el rendimiento del primer sprint (8-9%) y el índice de fatiga (20%).

### 3. INTERVAL TRAINING (entrenamiento de Intervalos) [7]:

Figura 2. Pista diseñada para realizar un entrenamiento aeróbico de 10 semanas/2x por semana con 4x4 al 90-95% FC<sub>máx</sub> y 3 minutos de recuperación activa trotando al 70% FC<sub>máx</sub>. Haciendo un sprint de 10m desde la salida hasta el 1º cono e interacción con el balón del punto A al B.

Fig.2



- Se manifiestan mejoras significativas en  $VO_{2max}$  (tabla 4), de 9% (p, 0,001). La media  $VO_{2max}$  aumentó de 4,45 (0,37) a 4,87 (0,45)  $l \min^{-1}$ , lo que equivale a un cambio de 63,4 (5,6) a 69,8 (6,6)  $ml \text{ kg}^{-1} \min^{-1}$ , o 183.3 (13.2) a 201,5(16,2)  $ml \text{ kg}^{-0.75} \min^{-1}$ . La altura de SJ (squat jumping) y CMJ (counter movement jumping) aumentó de 37,7 (6,2) a 40,3 (6,1) cm. y 52.0 (4) a 53,4 (4,2) cm., respectivamente (p, 0,05). Cuando se corrió en la cinta (post-test) a 9  $\text{km h}^{-1}$  con una inclinación de 5,5%, CR (running economy) se mantuvo sin cambios. Sin embargo, la frecuencia cardiaca a esta carga de trabajo se redujo significativamente de 162 (14) a 154 (14) latidos·min (p, 0,05).

Tabla 4. Resultados Fisiológicos. Pre-entrenamiento y Post-entrenamiento:

Tabla 4.

	Pre-training	Post-training
Body mass (kg)	70.6 (8.1)	70.2 (8.2)
$VO_{2max}$		
$l \min^{-1}$	4.45 (0.37)	4.87 (0.45)**
$ml \text{ kg}^{-1} \min^{-1}$	63.4 (5.6)	69.8 (6.6)**
$ml \text{ kg}^{-0.75} \min^{-1}$	183.3 (13.2)	201.5 (16.2)**
$C_R$ (9 $\text{km h}^{-1}$ , 5.5% inclination)		
$ml \text{ kg}^{-0.75} \text{ m}^{-1}$	0.85 (0.06)	0.85 (0.05)
Hf (beats $\min^{-1}$ )	162 (14)	154 (14)*
Strength		
1RM half squat (kg)	–	129.1 (11.4)
Relative strength ( $\text{kg kg}(\text{bm})^{-1}$ )	–	1.85 (0.12)
Relative strength ( $\text{kg kg}(\text{bm})^{-0.67}$ )	–	7.49 (0.39)
Sprint test		
10 m (s)	1.96 (0.07)	1.96 (0.06)
Force platform tests		
RFD ( $\text{N s}^{-1}$ )	3553 (1492)	3654 (1487)
SJ (cm)	37.7 (6.2)	40.3 (6.1)*
CMJ (cm)	52.0 (4)	53.4 (4.2)*

\*p<0.05, \*\*p<0.001, significantly different from pre-intervention value.

#### 4. SMALL-SIDED GAMES (juegos en Espacios Reducidos) [9]:

Tabla 5. Valores alcanzados por ambos entrenamientos. GTG = Grupo de Entrenamiento Genérico (correr alrededor de una pista 90-95%FCmáx). STG = Grupo de Entrenamiento Especifico (Juegos en Espacios reducidos). RE = Economía de la Carrera. Pre = Pre-entrenamiento. Mid = Efectos después de 4 semanas. Post = Efectos después de 8 semanas.

Tabla 5.	Pre	Mid	Post	Interaction <sup>#</sup>
<b>Maximal values</b>				
<i>GTG (n = 15)</i>				
- $\dot{V}O_{2max}$ ( $l \cdot min^{-1}$ )	3.883 ± 0.306	4.143 ± 0.378	4.163 ± 0.387	p = 0.80
- $\dot{V}O_{2max}$ ( $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ )	55.6 ± 3.4	59.7 ± 4.1	60.2 ± 3.9	p = 0.81
- $HR_{max}$ ( $b \cdot min^{-1}$ )	197.7 ± 9.5	196.2 ± 10.0	194.1 ± 7.2	p = 0.99
<i>STG (n = 14)</i>				
- $\dot{V}O_{2max}$ ( $l \cdot min^{-1}$ )	3.960 ± 0.383	4.200 ± 0.417	4.203 ± 0.437	
- $\dot{V}O_{2max}$ ( $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ )	57.7 ± 4.2	61.4 ± 4.6	61.8 ± 4.5	
- $HR_{max}$ ( $b \cdot min^{-1}$ )	194.5 ± 7.1	192.9 ± 8.2	192.7 ± 8.9	
<b>Lactate threshold</b>				
<i>GTG (n = 15)</i>				
- $\dot{V}O_2$ at $\dot{T}lac$ ( $l \cdot min^{-1}$ )	3.150 ± 0.348	3.386 ± 0.338	3.515 ± 0.270	p = 0.98
- $\dot{V}O_2$ at $\dot{T}lac$ ( $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ )	45.1 ± 3.8	48.7 ± 3.3	50.9 ± 2.9	p = 0.94
- % $\dot{V}O_{2max}$	81.0 ± 4.3	81.7 ± 3.1	84.6 ± 3.4	p = 0.94
- $Vel$ at $\dot{T}lac$ ( $km \cdot h^{-1}$ )	11.2 ± 0.6	11.6 ± 0.5	12.2 ± 0.4	p = 0.42
- $RE$ at $\dot{T}lac$ ( $ml \cdot kg^{-0.75} \cdot m^{-1}$ )	0.72 ± 0.03	0.71 ± 0.04	0.70 ± 0.04	p = 0.53
<i>STG (n = 14)</i>				
- $\dot{V}O_2$ at $\dot{T}lac$ ( $l \cdot min^{-1}$ )	3.242 ± 0.407	3.465 ± 0.247	3.592 ± 0.281	
- $\dot{V}O_2$ at $\dot{T}lac$ ( $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ )	47.3 ± 4.9	50.7 ± 3.2	52.4 ± 2.8	
- % $\dot{V}O_{2max}$	81.5 ± 4.3	82.2 ± 3.6	84.7 ± 5.1	
- $Vel$ at $\dot{T}lac$ ( $km \cdot h^{-1}$ )	11.3 ± 0.7	11.9 ± 0.7	12.4 ± 0.5†	
- $RE$ at $\dot{T}lac$ ( $ml \cdot kg^{-0.75} \cdot m^{-1}$ )	0.73 ± 0.03	0.72 ± 0.02	0.71 ± 0.03	
<b>Eklblom's test</b>				
<i>GTG (n = 15)</i>				
- time (s)	704 ± 42	618 ± 49	603 ± 17	p = 0.57
<i>STG (n = 14)</i>				
- time (s)	723 ± 47	629 ± 36	609 ± 33	

Se usó el test de Eklblom como medición de los cambios obtenidos después de ambos entrenamientos. El test se hace al principio y al final y se comparan los resultados. Este test es una medida de resistencia en el fútbol y consiste en completar cuatro veces un circuito específico tan rápido como sea posible. El circuito incluye actividades típicas del fútbol como cambios de dirección, saltar, carrera de espaldas y carrera lateral. Antes de hacer el test se realiza carrera de baja intensidad para calentar durante 10min.



Tabla 6. Rendimiento físico. Pre = Pre-entrenamiento. Mid = Efectos después de 4 semanas. Post = Efectos después de 8 semanas. GTG = Grupo Genérico. STG = Grupo Específico.

Walking incluye: caminar de espaldas y caminar hacia los lados. Low-intensity activity: trote, carrera de baja intensidad y carrera de espaldas. High-intensity activity: carrera de intensidad moderada, de intensidad alta y sprinting.

Tabla 6.	Pre	Mid	Post	Interaction <sup>#</sup>
<b>GTG (n = 15)</b>				
Standing (s)	583 ± 177	528 ± 99	534 ± 10	p = 0.23
Walking (s)	3071 ± 263	2771 ± 262	2784 ± 229	p = 0.75
Low-intensity activity (s)	1395 ± 183	1668 ± 171	1649 ± 166	p = 0.11
High-intensity activity (s)	351 ± 67	432 ± 79	431 ± 75	p = 0.70
Total distance (m)	9330 ± 425	9958 ± 330	9924 ± 331	p = 0.29
<b>STG (n = 14)</b>				
Standing (s)	563 ± 129	517 ± 65	611 ± 150	
Walking (s)	2981 ± 253	2755 ± 294	2736 ± 217	
Low-intensity activity (s)	1477 ± 215	1675 ± 251	1581 ± 170	
High-intensity activity (s)	377 ± 60	452 ± 82	473 ± 89	
Total distance (m)	9527 ± 444	10036 ± 510	9926 ± 404	

Tabla 7. Tiempo en segundos gastado en diferentes zonas de intensidad expresadas en relación con la FC<sub>máx</sub> durante un partido. Pre = Pre-entrenamiento. Mid = Efectos después de 4 semanas. Post = Efectos después de 8 semanas. GTG = Grupo Genérico. STG = Grupo Específico.

Tabla 7.	Pre	Mid	Post	Interaction <sup>#</sup>
<b>GTG (n = 15)</b>				
< 80% HR <sub>max</sub>	2109 ± 1036	1542 ± 532	1431 ± 544	p = 0.90
80–90% HR <sub>max</sub>	2480 ± 483	2600 ± 462	2641 ± 451	p = 0.69
90–95% HR <sub>max</sub>	696 ± 597	1027 ± 559	1075 ± 545	p = 0.81
95–100% HR <sub>max</sub>	116 ± 198	231 ± 311	259 ± 302	p = 0.85
<b>STG (n = 14)</b>				
< 80% HR <sub>max</sub>	1981 ± 449	1534 ± 538	1353 ± 533	
80–90% HR <sub>max</sub>	2419 ± 338	2441 ± 239	2495 ± 225	
90–95% HR <sub>max</sub>	844 ± 242	1198 ± 404	1318 ± 383	
95–100% HR <sub>max</sub>	171 ± 173	221 ± 81	234 ± 72	

- Se encontraron relaciones consistentes entre VO<sub>2máx</sub> y tanto la distancia total cubierta durante un partido como el tiempo gastado en actividades de alta intensidad. También hubo resultados significativos entre el VO<sub>2máx</sub> y el tiempo en realizar el test de resistencia de Ekblom. No se encontraron cambios significativos en VO<sub>2máx</sub>, Tlac, y RE at Tlac entre ambos entrenamientos.

## DISCUSION

Las demandas fisiológicas del fútbol pueden ser indirectamente cuantificadas a través del análisis de tiempo-movimiento, proporcionando un valioso método para evaluar el desempeño del partido y posteriormente utilizar dicha información para desarrollar y optimizar la preparación física específica del fútbol [5].

Teniendo en cuenta, que el fútbol se basa predominantemente en ejercicios de baja intensidad (A8) que componen el 91% del total de tiempo de partido [3], no podemos olvidarnos de los periodos de esfuerzos máximos[2] los cuales están divididos en 6.4% correr, 2% carreras de alta velocidad y 0.6% sprinting [3] ya que constituyen los componentes anaerobios de un partido y pueden afectar al resultado [2]. Por ello, un examen detallado de las carreras de alta intensidad, la distancia cubierta y los tiempos de recuperación son medidas más válidas del rendimiento físico debido a su fuerte relación con el estado de entrenamiento [3].

De este modo, se definió: el **período más intenso** como los 5 minutos que contenían la carrera de más alta intensidad en un partido; la **media de distancia de carrera de alta intensidad** como el total de la distancia cubierta en carrera de alta intensidad en el período más intenso de 5 minutos dividido por el número total de acciones de alta intensidad y el **tiempo medio de recuperación** como el tiempo transcurrido entre carreras de alta intensidad [2].

Después de analizar múltiples partidos, los datos nos indican que el patrón de carrera de alta intensidad cambia después de períodos intensos y hacia el final del partido, reduciéndose en un 50% a niveles por debajo de la media lo que sugiere una forma temporal de fatiga entre períodos intensos y una forma más permanente de fatiga hacia el final del juego. También podemos encontrar que el tiempo medio de recuperación entre acciones de alta intensidad aumenta notablemente durante el partido [4].

Desde el primer hasta el último período de 15 minutos, los tiempos de recuperación son un 28% más largo, por lo tanto, no sólo la disminución en la cantidad total de carrera de alta intensidad si no también un descenso en la frecuencia de estas acciones puede tener impactos sobre las posibilidades tácticas de un equipo lo que señala que los jugadores no pueden mantener carreras de alta intensidad para apoyar o cubrir a sus compañeros, indicando las manifestaciones de fatiga en el transcurso del partido, lo que puede afectar al estilo de juego [4].

Por lo que podríamos decir que existe evidencia clara de la necesidad de recuperación después de períodos intensos y de un entrenamiento físico que pueda hacer frente a este tipo de demandas [4]. También se muestra la necesidad de una alta capacidad anaeróbica relacionada de manera directa con la capacidad física de un jugador para realizar una gran cantidad de acciones de alta intensidad dentro de un período de 5 minutos [4]. De esta manera, se proporciona información valiosa para el preparador físico sobre el perfil de actividad de alta intensidad [4], recomendándoles que incorporen ejercicios que simulen las distancias máximas cubiertas durante los períodos intensos [3] y respetando los ratios trabajo-descanso [2]. Por ello, podría decirse que los jugadores necesitan ser competentes a través de una serie de componentes de aptitud,

siendo probablemente el más importante la capacidad repetida de sprint [2] y los ejercicios de resistencia anaeróbica [3], debido a la naturaleza intermitente del fútbol [2].

La capacidad de producir el mejor promedio posible de rendimiento de velocidad a través de una serie de sprint de 10 segundos, separados por cortos periodos de recuperación (60 segundos) se ha definido como capacidad repetida de sprint o RSA (Repeated Sprint Ability)[10]. Mejorar la absorción de oxígeno mejora el rendimiento del fútbol con respecto a la distancia recorrida, implicaciones con la pelota, y número de sprints [7].

Por lo tanto, en esta revisión, repasamos aquellos ejercicios que producen una mejora en la RSA, destacando que no existe un solo tipo de entrenamiento que mejore esta habilidad, ya que es un componente de aptitud que depende de factores metabólicos y neuronales, los cuales se mejoran con distintos ejercicios [10].

Un aumento en el umbral de lactato y en  $VO_{2máx}$  se ha relacionado con un aumento en la capacidad para resistir la fatiga durante sprints repetidos permitiendo mayor contribución aeróbica mejorando potencialmente RSA.

Los resultados muestran distintos entrenamientos, los cuales mejoran el  $VO_{2máx}$  y retrasan la aparición de la fatiga provocando un aumento en la distancia recorrida en carreras de alta intensidad y menor tiempo de recuperación entre sprints, objetivo que se busca para cubrir las demandas físicas de este deporte.

Por ello, para entender mejor esta revisión, hemos separado los entrenamientos en cinco grupos, siendo todo ellos diferentes entre sí.

#### A. Repeated-Sprint Training (Entrenamiento de Sprint Repetidos):

Según Bishop [10], de los siete estudios que analizaron, solo cuatro reclutaron deportistas profesionales por que lo que no se pudieron obtener conclusiones sólidas acerca de los beneficios de este entrenamiento, pero sí podíamos sacar conclusiones provisionales [10]. En ellas, un entrenamiento de sprint repetido de 5-12 semanas de duración era capaz de mejorar el  $VO_{2máx}$  de un 5.0 a 6.1%, si bien, estos datos eran similares a los reportados en un entrenamiento interválico, se comparó el tiempo en realizar un test de sprint repetidos después de un entrenamiento de intervalos y un entrenamiento de sprint repetidos, el cual concluyó: el entrenamiento de intervalo podía ser superior para mejorar la recuperación entre sprints y el entrenamiento de sprint-repetidos para mejorar el rendimiento de velocidad, por lo que la combinación de ambos sería la mejor estrategia para mejorar la RSA [10].

#### B. Sprint Training (Entrenamiento de Sprint):

Sabiendo, que el entrenamiento de sprint repetidos mejora el tiempo medio e individual durante un sprint, deberíamos preguntarnos si un entrenamiento de velocidad tradicional con sprints cortos y tiempos de recuperación completos, tendrían los mismos beneficios. La investigación apoya que un protocolo de entrenamiento de velocidad-agilidad específico con la incorporación de períodos de descanso incompletos mejora el tiempo medio de sprint un 2,2%. Estos cambios en el tiempo medio de sprint se asocian con mejoras en el rendimiento de un único sprint (aproximadamente una reducción de 2,7%



en el tiempo de sprint de 10 m). Aunque hace falta más investigación en este campo, los resultados sugieren que un buen entrenamiento maximiza el tiempo medio de sprint-repetidos junto con una mejora en los sprints individuales [10].

#### C. Resistance Training (Entrenamiento de Fuerza):

Teniendo en cuenta que existe evidencia sobre el beneficio en el rendimiento de un solo sprint, el impacto del entrenamiento de fuerza en la RSA es menos claro.

Siguiendo con Bishop [10], tres estudios mostraron que el entrenamiento de fuerza (2-5 series de 10-15 repeticiones máximas) producía aumentos similares en el trabajo medio durante una prueba de sprints repetidos en comparación con el entrenamiento de intervalos de alta intensidad o el entrenamiento de sprint. También mejoró el rendimiento en el primer sprint (8-9%) y el índice de fatiga (~ 20%).

El aumento de la RSA descrito es probable que estuviera relacionado con la ganancia de fuerza. Sin embargo, se encontraron mejoras de la RSA cuando los descansos en este tipo de entrenamiento eran de 20 segundos, en lugar de 80 segundos, lo que sugirió que un entrenamiento de fuerza con una carga metabólica alta (por ejemplo, concentración de lactato a 10 mmol·L), en lugar de entrenamiento de fuerza que maximiza las ganancias de fuerza (por ejemplo, utilizando 1-4 máxima repeticiones), puede mejorar mejor RSA. Aún así, se requiere más investigación ya que los sujetos no eran profesionales del deporte [10].

#### D. Interval Training (Entrenamiento de Intervalos):

La importancia del entrenamiento interválico fue confirmado por Helgerud y sus compañeros ya que debido a su investigación basada en un entrenamiento de ocho semanas con dos sesiones por semana compuesto por cuatro series de cuatro minutos (4x4) al 90-95% de la frecuencia cardiaca máxima (FC<sub>máx</sub>) y con períodos de descanso entre series de tres minutos de recuperación activase encontraron aumentos en el  $VO_{2máx}$ , el umbral de lactato y la economía de carrera de un 11%, 16% y 7% respectivamente. Aumentando en un 20% la distancia cubierta durante un partido, y en un 5% la media de ejercicios de alta intensidad. Además, el número de sprints se duplicó y las implicaciones con el balón durante un partido incrementaron en un 23% [9].

Posterior a esta investigación, se propuso otro entrenamiento de intervalos de diez semanas de duración, dos veces a la semana con la misma carga de entrenamiento (4x4 al 90-95 FC<sub>máx</sub>, 3 minutos de recuperación activa, trote, al 70% FC<sub>máx</sub>) pero, esta vez, en torno a una pista especialmente diseñada. Los resultados fueron similares, el  $VO_{2máx}$  aumentó en un 9% y aunque la economía de la carrera (CR) se mantuvo sin cambios, si se registró un decremento en la frecuencia cardiaca de 162 a 154 latidos·min para la misma carga de trabajo. Aunque el aumento de  $VO_{2máx}$  fue menor en este estudio, si se demostró que es posible elevar la  $VO_{2máx}$  de valores típicos en fútbol (58-64 ml kg<sup>-1</sup> min<sup>-1</sup>) a niveles cercanos o superiores a 70 ml kg<sup>-1</sup>min<sup>-1</sup>, lo que eleva los valores de bajo a moderado [7].

E. Small-Sided Games (Juegos en Espacios Reducidos):

A pesar de la eficacia encontrada en el entrenamiento de intervalos, otros autores como Impellizzeri, han propuesto el ejercicio de juegos en espacios reducidos como alternativa al entrenamiento interválico propuesto por Helgerud. A pesar de que no se encontraron diferencias significativas con respecto al aumento del  $VO_{2\text{máx}}$  entre ambos entrenamientos aeróbicos (intervalos-juego en espacio reducido), si se apreció un aumento en la velocidad de carrera en un 5% con el entrenamiento aeróbico de juegos en espacios reducidos.

Por lo tanto, podemos decir que juegos en espacios reducidos se puede utilizar como un modo de entrenamiento eficaz para mejorar la capacidad aeróbica y el rendimiento de los jugadores durante un partido; pero, debido a que no hay diferencias significativas, la elección del modo de entrenamiento aeróbico debe basarse en la necesidad práctica.

Dicho de otro modo, los juegos en espacios reducidos pueden ser una medida útil para entrenar la capacidad aeróbica y los componentes técnico-tácticos al mismo tiempo. Además, el uso de juegos en espacios reducidos aumenta la motivación y hace que el entrenamiento aeróbico de alta intensidad sea más aceptable [9].

Por otra parte, otros factores diferentes a la capacidad aeróbica, como los factores neuromusculares (aceleración y giro) también pueden desarrollarse con el uso de juegos en espacios reducidos lo que también podría explicar las mejoras en la RSA [10].

## **CONCLUSION**

En esta revisión, hemos dado evidencia de las altas demandas físicas en este tipo de deporte ya que debido a su naturaleza intermitente y aunque las carreras de alta intensidad supongan muy poco tiempo sobre el total de un partido, son ellas la que inducen la fatiga y las que pueden decidir el resultado del mismo.

Con respecto a esto, hablamos que teniendo una buena RSA (Repeated-Sprint Ability) podemos cubrir estas demandas.

Así bien, volvemos a repetir, que no existe un tipo de entrenamiento concreto que mejore la RSA pues ello depende de distintos factores metabólicos y neuronales.

Pero si podemos utilizar diferentes estrategias de formación las cuales mejoran cada uno de estos factores limitantes, y a su vez la RSA, por lo que la aplicación simultánea de las diferentes formas de entrenamiento puede ser la mejor estrategia para mejorar la RSA.

Teniendo en cuenta, que para la mayoría de los atletas, es probable que sea imposible realizar todo el entrenamiento antes descrito simultáneamente, es de suma importancia que exista un programa periódico de entrenamiento, estructurado de tal manera que cada aspecto sea enfatizado en diferentes momentos, según las exigencias competitivas de cada particular, el deporte y las fortalezas y debilidades del atleta individual.

Finalmente, como la RSA requiere una mezcla única de potencia (velocidad de sprint) y resistencia (recuperación entre sprints), es necesario establecer si lo mejor es desarrollar estas cualidades por separado, o si se pueden desarrollar simultáneamente sin efectos de interferencia. Por ello, estudios futuros deberían abordar este tipo de investigación.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

1º) Ferrari Bravo D., Impellizzeri F.M., Rampinini E., Castagna C., Bishop D., Wisloff U. *Sprint vs. Interval Training in Football. Int J Sports Med.* 2008; 29: 668-674

2º) Di Mascio M. and Bradley P.S. *Evaluation of the most intense high-intensity running periods in English FA premier league soccer matches. Journal of Strength and Conditioning Research.* 2012; 0(0)/1-7

3º) Bradley P.S., Di Mascio M., Peart D., Olsen P., Sheldon B. *High-intensity activity profiles of elite soccer players at different performance levels. Journal of Strength and Conditioning Research.* 2009;0(0)/1-9

4º) Bradley P.S., Sheldon W., Wooster B., Olsen P., Boanas P., Krstrup P. *High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. Journal of Sports Sciences.* 2009 Jan; 27(2): 159-168

5º) Bradley P. S., Carling C., Archer D., Roberts J., Dodds A., Di Mascio M., Paul D., Gomez Diaz A., Peart D., Krstrup P. *The effect of playing formation on high-intensity running and technical profiles in English FA Premier League soccer matches. Journal of Sport Sciences.* 2011 May; 29(8): 821-830

6º) Girard O., Mendez-Villanueva A., Bishop D., *Repeated-Sprint Ability – Part I. Factors Contributing to Fatigue. Sports Med.* 2011; 41 (8): 673-694

7º) McMillan K., Helgerud J., Macdonald R., Hoff J. *Physiological adaptations to soccer specific endurance training in professional youth soccer players. Br J Sports Med.* 2005; 39:273-277

8º) Bradley P.S., Mohr M., Bendiksen M., Randers M.B., Flindt M., Barnes C., Hood P., Gomez A., Andersen J.L., Di Mascio M., Bangsbo J., Krstrup P. *Sub-maximal and maximal Yo-Yo intermittent endurance test level 2: heart rate response, reproducibility and application to elite soccer. Eur J Appl Physiol.* 2011; 111:969-978

9º) Impellizzeri F.M., Marcora S.M., Castagna C., Reilly T., Sassi A., Iaia F.M., Rampinini E. *Physiological and Performance Effects of Generic versus Specific Aerobic Training in Soccer Players. Int J Sports Med.* 2006; 27:483-492

10º) Bishop D., Girard O., Mendez-Villanueva A. *Repeated-Sprint Ability – Part II. Recommendations for Training. Sports Med.* 2011; 41(9): 741-756

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, a mis padres por nunca darse por vencidos conmigo y ser perseverantes porque cumpliera mis sueños, por dejarme la libertad de desarrollarme como persona y por darme la oportunidad de haber estudiado en una universidad al otro lado del país.

A ellas, tanto la que me adoptó el primer día de clase sin conocerme de nada como la que me aguantó cuatro años viviendo bajo el mismo techo, ellas que fueron mis pilares para no flaquear ni echar de menos no estar en casa.

Y a todos ellos, por los cuales hoy sigo viviendo en Santander, mi familia del norte como yo los llamo, gracias a ellos se han sumado a mi vida dos nuevos padres, dos nuevas hermanas y una infinidad de titos, ellos que me han enseñado innumerables cosas y me han seguido educando en ausencia de mis padres. Todos ellos por los cuales he aprendido a ser mejor persona.

A mis hermanos, porque nunca tiraron la toalla pese a mi actitud y con los que he compartido momentos inolvidables.

A mi pequeña familia y amigos por quererme por como soy y no juzgarme.

Y por último, a mi tutor de proyecto, Guillermo, por darme seguridad y seguir manteniendo la motivación por este trabajo pese al tiempo que me ha costado conseguirlo.

A todos ellos, sin dudarlo, muchísimas gracias.